

# Norwegische See 1969

## WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM

### Allgemeines

Die Expedition in die Norwegische See hat die Untersuchung von zwei grundlegenden und aktuellen Fragestellungen zum Ziel: Die Veränderlichkeit im Meer und die erdgeschichtliche Entwicklung von NW-Europa. Der Begriff der Veränderlichkeit umfaßt das gesamte räumliche und zeitliche Spektrum der physikalischen, chemischen und biologischen Parameter im Meere. Die grundsätzliche Klärung der gesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Erscheinungen der Veränderlichkeit ist ein aktuelles Problem der Meeresforschung, an dessen Lösung bereits seit längerem in verschiedenen Ländern systematisch gearbeitet wird. Von den neueren nationalen und internationalen Untersuchungen im nordatlantischen Raum seien hier die Rhodamin-Experimente in der Nordsee (RHENO 1965), die Atlantischen Kuppenfahrten 1967 des Forschungsschiffes „Meteor“, die Arbeiten der drei Forschungsschiffe „Anton Dohrn“, „Alkor“ und „Hermann Wattenberg“ in der mittleren Ostsee sowie das gemeinsame Unternehmen der Schiffe „Alkor“, „Anton Dohrn“ und „Helland-Hansen“ im September 1968 in der mittleren Nordsee angeführt. Dabei konnten zahlreiche Erscheinungsformen der Veränderlichkeit physikalischer und chemischer Parameter erfaßt werden. Die Beschränkung durch verfügbare Meßmethoden und komplizierte Randbedingungen erschwerten jedoch einen vollständigen Einblick in die Ursachen und die Kopplungen der beobachteten Schwankungen. Damit ergaben sich zwei Gesichtspunkte für zukünftige Untersuchungen:

Die Untersuchungen der Veränderlichkeit sollten in einem Gebiet mit einfachen Schichtungs- und Strömungsverhältnissen und klaren topographischen Bedingungen erfolgen.

Es sollten gleichzeitig möglichst viele, kontinuierlich registrierende Meßgeräte in einem kleinen Gebiet konzentriert eingesetzt werden.

Besonders nach den Erfahrungen der „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“ erscheint der südliche Teil der Norwegischen See als geeignetes Testfeld für die Veränderlichkeit, zumal von norwegischer Seite ausführliche Arbeiten über die Hydrographie dieses Gebietes vorliegen.

Die erdgeschichtliche Entwicklung des nordwestlichen Europas soll durch Untersuchungen der Sedimentschichten und der Kruste westlich von Norwegen geklärt werden. Schon aus der Topographie ergibt sich vor Mittelnorwegen eine Dreiteilung des Überganges vom Kontinent zum Ozean: Der Schelf mit Tiefen bis zu 500 m, das Plateau westlich der Helgeland-

Schwelle mit Tiefen zwischen 1200 und 1400 m und der Tiefseeboden im Norwegischen Becken. Dieser indirekte Übergang geht nach Norden und Süden in einen allmählichen, aber direkten Übergang zwischen Schelf und Tiefseeboden über. Mit Hilfe geophysikalischer Methoden sollen diese Übergangsformen untersucht werden, wobei neuere aeromagnetische Aufnahmen der Norwegischen See als Grundlage dienen.

Meeresgeologische Untersuchungen der jungen, unverfestigten Sedimente sollen im Anschluß an die geophysikalische Erkundung vorgenommen werden. Die bisherigen Arbeiten über die Tiefseeablagerung der tropischen und gemäßigten Breiten aller Ozeane haben den deutlichen Einfluß der klimatischen Veränderungen während des Pleistozäns auf die Sedimentation in den heutigen Meeren erbracht. Es ist zum Verständnis dieser klimatischen Einflüsse erwünscht, die Bodenbedeckung in biostratigraphischer und sedimentologischer Hinsicht auch dort zu bearbeiten, wo sie den pleistozänen Vereisungsgebieten am nächsten liegt. Das Programm der einzelnen Arbeitsgruppen wird im folgenden umrissen:

#### Physikalische Ozeanographie

Der Einsatz von verankerten Strömungsmessern und Thermographen sowie die Verwendung kontinuierlich registrierender STD-Systeme hat die starke räumliche und zeitliche Veränderlichkeit der physikalischen Parameter im Meer gezeigt. Aus diesen Messungen konnte ein erster Einblick in die Zeitskala und die vertikale Kohärenz der Schwankungen gewonnen werden. Sehr geringe Kenntnisse liegen jedoch über die Horizontalskala von internen Schwankungen und ihren Zusammenhang mit zeitlich und räumlich veränderlichen Randbedingungen vor.

Es ist geplant, die Spektren von internen Wellen (mit Perioden zwischen 10 und  $10^3$  Min.), speziellen Oberflächenwellen (mit Perioden zwischen 10 und  $10^3$  Min.), turbulenten Prozessen (mit einer Horizontalskala von 1 bis 100 km und einer Vertikalskala von 1 bis 100 m) und meteorologischen Schwankungen (mit Perioden von 6 bis 120 Stunden) zu erfassen.

Das Meßprogramm sieht vor, sechs Verankerungssysteme mit je acht selbstregistrierenden Geräten zur Erfassung von Strömung und Temperatur für die Dauer von zwei Monaten auszubringen. Auf Wassertiefen zwischen 500 und 800 m werden die Geräteketten in Abständen von 2 bis 8 Seemeilen auf einer Linie senkrecht und einer Linie parallel zum Schelfrand angeordnet. Drei Forschungsschiffe werden mit Hilfe vertikal kontinuierlich registrierender Geräte die räumliche Schichtung im Bereich der verankerten Gerätesysteme synoptisch erfassen. Drei Hochseepegel auf dem norwegischen Schelf und Registrierungen norwegischer Küstenpegel sollen Informationen über Gezeitenwellen und Randwellen liefern.

Die norwegischen Untersuchungen sind speziell auf die oberflächennahen Schichten im Bereich des geplanten Testfeldes gerichtet. Dazu werden drei Geräteketten mit je drei Strömungsmessern in 10, 25 und 50 m Tiefe verankert und die räumliche Struktur des norwegischen Küstenwassers mit Hilfe hydrographischer Serien und einer geschleppten Thermistor-

kette erfaßt. Zusätzlich sollen zwei Strömungsmesser in der bodennahen Schicht Aufschluß über die Bodenströme am Kontinentalabhang geben.

Parallel zu den Untersuchungen im Testfeld vor Norwegen wird von isländischer Seite die zeitliche Veränderlichkeit von Schichtung und Strömung in einem kleinen Gebiet südöstlich von Island auf dem Island-Färöer-Rücken erfaßt werden. Damit kann die Möglichkeit bestehen, durch Vergleich der Schwankungen in den beiden Testgebieten Einblicke in großskalige Zusammenhänge zu erhalten.

Für alle diese Untersuchungen der Veränderlichkeit im Meer ist die genaue Erfassung der meteorologischen Parameter von großer Bedeutung. Diese Daten werden durch die Routinebeobachtungen der umgebenden Küsten- und Inselstationen, des Ozeanwetterschiffes „M“ und der beteiligten Forschungsschiffe zur Verfügung gestellt werden.

#### Chemische Ozeanographie

Für den offenen Ozean liegen bisher kaum Kenntnisse der kleinräumigen und zeitlichen Veränderlichkeit der für den Stoffwechsel mariner Organismen wichtigen Spurenstoffe vor. Neben den physikalischen Einflüssen spielen hier zusätzlich photochemische und biochemische Prozesse eine Rolle.

Mit Hilfe eines automatischen Analysensystems sollen die chemischen Größen  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{SiO}_4$  und pH auf einer Dauerstation und in einem engmaschigen Stationsnetz bestimmt werden. Die vertikale Sauerstoffverteilung wird mit Hilfe einer kontinuierlich registrierenden Sonde erfaßt werden. Zusätzlich sind Analysen von partikulärem und gelöstem organischen Kohlenstoff sowie von Stickstoff geplant. Für das Untersuchungsgebiet südöstlich von Island ist ebenfalls die Erfassung der zeitlichen Änderungen von Spurenstoffen vorgesehen.

Das chemische Meßprogramm soll dazu dienen, eine Erklärung der Schwankungen im Spurenstoffgehalt in Zusammenhang mit den Schwankungen der physikalischen Parameter zu erhalten. Ähnliche Untersuchungen in der mittleren Ostsee haben ergeben, daß chemische Beobachtungen eine wertvolle Ergänzung bei der Erfassung der Schichtung und ihrer Veränderlichkeit mit Hilfe physikalischer Größen darstellen.

#### Physik des Meerwassers

Es ist geplant, eine verbesserte Version der „Bathysonde“ (STD-System) in einem zweitägigen Dauereinsatz auf tiefem Wasser zu testen. Weiterhin ist der probeweise Einsatz von vertikal kontinuierlich registrierenden Präzisions-Druck-, Schallgeschwindigkeits- und Dichtesonden vorgesehen. Neben dem Test der Geräte sollen diese Messungen darüber Aufschluß geben, wieweit sich die o. g. Größen zur Bestimmung der Schichtung und ihrer Veränderlichkeit eignen. Darüber hinaus kann die große Anzahl der gemessenen Parameter dazu verwendet werden, die Genauigkeit der einzelnen Methoden durch unabhängige Berechnungen aus verschiedenen Parameterkombinationen zu prüfen.

## Biologische Ozeanographie

Die kurzzeitigen Schwankungen in der Zusammensetzung und der Häufigkeit von Phytoplankton, Zooplankton und Neuston sind auf einigen Dauerstationen des F.S. „Meteor“ im planktonarmen subtropischen Atlantik untersucht worden. Ähnliche Untersuchungen in Gebieten höherer Produktivität fehlen bisher. Ebenso liegen kaum Kenntnisse über die Wirkung meteorologischer Schwankungen und kleinräumiger Schichtungsänderungen auf das Plankton im Meer vor. Zur Klärung dieser Probleme bietet die intensive Erfassung hydrographischer und meteorologischer Parameter innerhalb des Testfeldes geeignete Voraussetzungen.

Während einer achttägigen Meßperiode werden die Schwankungen im Plankton innerhalb eines eng begrenzten Gebietes untersucht werden. Dabei sollen ein Longhurst-Sampler über die kontinuierliche vertikale Verteilung von Zooplankton, ein Neuston-Netz über tagesperiodische Schwankungen im Neuston sowie Analysen von Wasserproben über periodische und nicht-periodische Veränderungen im Phytoplankton Aufschluß liefern.

Daneben ist der Test von Geräten vorgesehen, die für eine anschließende Reise in den subtropischen Atlantik entwickelt wurden.

## Seegeophysik

Für den Bereich zwischen Island, Jan Mayen und Norwegen liegt eine neuere aeromagnetische Aufnahme vor. Auf Grund verschiedenen Charakters der magnetischen Anomalien ist eine Aufteilung des Seegebietes westlich Norwegens möglich. Unter gewissen Annahmen lassen sich Gebiete kontinentaler und ozeanischer Kruste mit Übergangszonen unterscheiden. Die aeromagnetische Aufnahme erlaubt eine sehr gezielte Planung für den geophysikalischen Abschnitt dieser Expedition.

Von Avery, Burton und Heirtzler (1968) wird die Linearität der magnetischen Anomalien in der Norwegischen See besonders hervorgehoben. Diese Tatsache läßt vermuten, daß auf dieses Seegebiet die Vorstellung vom „Sea-Floor-Spreading“ ebenso wie z.B. für den Reykjanes-Rücken und seine Umgebung angewandt werden kann. Mit den Methoden der Refraktionsseismik, mit kontinuierlichen reflexionsseismischen Aufnahmen unter Benutzung einer pneumatischen Schallquelle (Pneuflex) und mittels gravimetrischer, magnetischer und geothermischer Messungen soll diesen Problemen nachgegangen werden.

Auf etwa 67° nördlicher Breite sollen drei in beiden Richtungen geschossene refraktionsseismische Linien als Basis für die anderen geophysikalischen Aufnahmen dienen und frühere Untersuchungen von I. Ewing und M. Ewing insbesondere nach größeren Tiefen hin ergänzen. Die eine der Linien ist im tiefsten Becken geplant (etwa 2° westliche Länge), eine Linie liegt noch in tiefem Wasser im Bereich der starken magnetischen Anomalien nahe der Ostgrenze des Tiefseebeckens, und eine Linie ist auf dem Plateau westlich der Helgelschwelle vorgesehen. Für die refraktionsseismischen Arbeiten ist eine Kombination von Tieftauch-

körpern als seismische Empfangsstation mit Hubschrauber und Schiff als Registriereinheiten geplant.

Es soll ein kontinuierlich aufgenommenes Pneuflex-Profil vom Schelfrand nördlich von Aalesund bis auf den östlichen Teil des Island-Jan-Mayen-Rückens gefahren werden, um einerseits zur Frage des „Sea-Floor-Spreading“ beizutragen und um andererseits der nachfolgenden meeresgeologischen Arbeitsgruppe eine gezielte Kernentnahme zu ermöglichen. Mit speziellen Pneuflex-Messungen soll in Kombination mit gravimetrischen und magnetischen Messungen der Übergang von vermutlich kontinentaler Kruste im Bereich des Plateaus westlich der Helgelschwelle zur ozeanischen Kruste in der Tiefsee untersucht werden.

Geothermische Untersuchungen sind als Beitrag zum Problem des „Sea-Floor-Spreading“ geplant. Insbesondere soll untersucht werden, ob im Bereich des Überganges Tiefsee-tiefer Schelf Wärmestromanomalien auftreten, die auf jüngere tektonisch-vulkanische Vorgänge hinweisen könnten. Werden die genannten geophysikalischen Messungen ausgeführt, so ist zu hoffen, daß zugleich ein Beitrag zur Lösung großräumiger geologischer Probleme geleistet werden kann: Der Verlauf des Außensaumes der Kaledoniden und die unterschiedliche Vergenz der Kaledoniden in Norwegen und Schottland.

Das beschriebene geophysikalische Meßprogramm wird in Zusammenarbeit mit norwegischen Kollegen und Instituten durchgeführt werden.

## Meeresgeologie

Geologische Untersuchungen junger Meeressedimente des Norwegischen Beckens in sedimentologischer und biostratigraphischer Hinsicht sind auf einem Profil geplant, das sich von der norwegischen Schelfregion bis an den Westrand des Beckens erstreckt. Außerdem ist die Entnahme von Sedimentkernen im Bereich des norwegischen Wetterschiffes „M“ sowie südwestlich davon vorgesehen. Die genaue Lokation der geologischen Stationen erfolgt auf Grund der seismischen Vermessung der obersten Sedimentfolge mit Hilfe der Pneuflexanlage. Aufgabe der geologischen Untersuchungen ist: Studium des Faziesübergangs der Sedimente von der norwegischen Schelfregion in die Beckenablagerungen; Erfassung der Sedimentverfrachtung durch Eisdrift und Suspensionsströme; Suche nach präpleistozänen Ablagerungen an den Steilabhängen zum Norwegischen Becken; biostratigraphische Bearbeitung der dortigen Sedimente. Eine solche Bearbeitung ist dringend notwendig mit Rücksicht auf die bisherigen stratigraphischen Arbeiten an Sedimenten des Atlantischen Ozeans, da die Zusammensetzung der Biotope von den klimatischen Veränderungen während des Pleistozäns abhängig war. In diesem Zusammenhang sind Planktonfänge erforderlich, um Lebens- und Totengemeinschaft planktonischer Foraminiferen miteinander vergleichen zu können. In Zusammenarbeit von Geophysik und Geologie sollen Dichte- und Geschwindigkeitsbestimmungen sowie magnetische Messungen an Sedimentkernen ausgeführt werden. Da in dem in Betracht gezogenen Seegebiet ein Sedimentkern mit Paläozän kürzlich beschrieben worden ist,

besteht die Hoffnung, mehrere Umkehrungen des magnetischen Feldes und damit wichtige stratigraphische Marken aufzufinden. Absolute Altersbestimmungen an den Sedimentkernen sind ebenfalls geplant sowie bodenmechanische und rheologische Untersuchungen. Die gleichzeitige Beteiligung einer mikrobiologischen Arbeitsgruppe soll einen Einblick in die Zahlen der am Schwefel- und Stickstoffkreislauf beteiligten Bakterien und ihren Einfluß auf die Umgestaltung des in das Sediment eingebrachten organischen Materials ermöglichen.

### Topographie

Die Spezialecho- und Schelffrandlot- und „Planet“- mit ihrem großen Auflösungsvermögen und die an Bord vorhandenen navigatorischen Ausrüstungen bieten die notwendigen Voraussetzungen für detaillierte topographische Vermessungsaufgaben im Untersuchungsgebiet. Da insbesondere für das Testfeld im Gebiet des Kontinentalabhangs großmaßstabige Tiefenkarten fehlen, soll mit Hilfe enger Lotprofile eine Karte im Maßstab 1:100 000 entstehen. Daneben werden kleinräumige Bodenformen des Kontinentalabhangs und der Tiefsee auf ihren Zusammenhang mit der pleistozänen Vereisung hin untersucht werden.

### Sonstiges

Neben dem eigentlichen Expeditionsprogramm sind schiffstechnische Versuche zum Steuerverhalten des F.S. „Meteor“ sowie Erprobungen einer digitalen Datenerfassungsanlage für Seegravimeter geplant.

Koordinator: Prof. Dr. G. Dietrich  
Büro: Institut für Meereskunde  
Niemannsweg 11  
23 KIEL / BRD  
Telefon: (04 31) 5 97 27 80

## Norwegian Sea 1969

### SCIENTIFIC PROGRAMME

#### General aspects of the Expedition

Two basic problems will be studied during the Expedition to the Norwegian Sea: the variability of the ocean and the continental margin of Northwest Europe.

Variability of the ocean covers the spectra of the fluctuations of physical, chemical and biological parameters with respect to space and time. It is one of the problems of modern oceanography to investigate the interrelationships of the different phenomena of variability which have been observed systematically in several countries for a number of years. For example, the RHENO experiment in the North Sea in 1965, the Joint British-Norwegian Investigations in the Norwegian Sea 1966, the Atlantic Seamounts Cruises of R. V. „Meteor“ during 1967, the work of the vessels „Anton Dohrn“, „Alkor“, and „Hermann Wattenberg“ in the Baltic, and the cooperation of „Anton Dohrn“, „Alkor“, and „Holland Hansen“ in the central North Sea in summer 1968 may be mentioned.

Several phenomena of variability in the marine environment were observed. Due to complicated boundary conditions or to restrictions by sampling techniques, it was often difficult to obtain a complete analysis of the causes and relationships of these variations. The recent investigations brought out the following points:

The study of variability should be carried out in an area which offers simple conditions of stratification, currents and bottom topography.

Intensive use should be made of continuously recording or short-interval sampling devices within a narrowly bounded test area.

Judging to the experiences of the „Atlantic Seamount Cruises“, the southern part of the Norwegian Sea seems to be a convenient test area, especially considering the detailed work of the Norwegian institutes on the hydrographical conditions existent there.

The investigations of the bottom and the crustal layers west of Norway will throw light on the geological structure and development of north-western Europe. The bottom of the sea off middle Norway can topographically be divided into three major parts: the shelf region (depths down to 500 m), the plateau west of Helgeland sill (depths of 1200 to 1400 m), and the deep-sea bottom in the Norwegian Basin. The regions north and south of this area show gradual but direct transition between the shelf and the deep-sea. These topographical features will be investi-

gated by geophysical and geological methods. Recent aeromagnetic surveys of the Norwegian Sea will serve as a base for the geophysical investigations.

The geological work in the tropical and temperate regions clearly indicates the strong influence of climatic changes on sedimentation during the Quarternary. The study of this phenomenon near the center of the Pleistocene glaciation in the areas mentioned above is urgently needed. In the following paragraphs the plans of the different disciplines are outlined.

### Physical Oceanography

During the last few years the increasing use of moored, selfcontained current meters and thermographs, as well as continuously operated STD-systems, has demonstrated the strong variations of physical parameters in space and time. From these records a first insight into the time scale and the vertical coherence of the variations could be gained, but there is very little information available on the horizontal coherence of internal variations and their response to boundary conditions, which vary in space and time. Therefore, it is planned to investigate mainly the spectra of internal waves (with periods in the order of 10 to 10<sup>3</sup> minutes), special surface waves (with periods in the order of 10 to 10<sup>3</sup> minutes), turbulent processes (with a horizontal scale of 1 to 100 km and a vertical scale of 1 to 100 m), and the spectra of the meteorological parameters.

Six instrument-systems are planned to be moored 2 to 8 nm apart at bottom depths between 500 and 800 m for a period of two months. Each of these systems will contain eight self-contained instruments mounted at depths between 100 and 750 m for recording current speed and direction and/or temperature. The operation of vertical continuously recording devices on permanent stations, the study of optical properties of the water masses, and synoptic 3-ship-surveys within the narrow test area will complete the data of the moored systems. Three tide gauges placed at the bottom of the shelf and three tide gauges installed at the Norwegian coast will give additional information on tidal waves and edge waves.

The Norwegian investigations will cover the surface layers within the test area. Hydrographic casts and the use of a towed thermistor chain are planned in the vicinity of three moored systems with three recording current and temperature meters at depths of 10, 25 and 50 meters each. In addition a total of two current meters in the very near bottom layer will provide insight into the structure of the bottom currents in the test area.

Parallel to the investigations in the test area off Norway current measurements from moored buoys and repeated hydrographical sections are planned by Icelandic oceanographers in a small area SE of the Iceland-Faroe-Ridge. Later comparison of the fluctuations in both test areas may enable a study of large scale coherences.

The intense collection of meteorological parameters will play an important role in the planned study. These data will be provided by routine observations of the weather stations at the surrounding coast and islands as well as by observations of OWS „M“ and the participating research vessels.

### Chemical Oceanography

The knowledge of the variability of nutrients in the ocean within a narrow space- and time-scale is still unsatisfactory. This problem is very complex, since photochemical and biochemical as well as physical processes interact with the variations in the content of chemical parameters.

At a permanent station and within a narrow grid, it is planned to investigate the fluctuations of the chemical parameters (NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SiO<sub>4</sub><sup>4-</sup>, and pH) by means of an automatic analysing system. The vertical oxygen distribution will be observed by a continuously recording probe. Additional analyses of particular organic carbon and nitrogen as well as of dissolved organic carbon will be carried out. The study of nutrient content is also planned in the test field SE of Iceland by parallel Icelandic investigations.

This programme is planned in order to obtain an explanation of the fluctuations of the chemical parameters and their connections with physical processes. Similar investigations in the central Baltic have shown that chemical observations can be a valuable help in completing the physical observations.

### Physics of the Sea Water

The Bathysonde (STD-system) has been improved, and it is planned to test this version during a two days period in the western part of the test area. Furthermore it is planned to test devices for precise continuous profiling of pressure, sound velocity and density. Apart from test purposes, these observations will also question the importance of the single parameters for the identification of the stratification and its variations.

Because of the great number of parameters measured, the accuracy of each method can be proved by comparing its results with independent computations from different combinations of the relevant parameters.

### Biological Oceanography

The short-time variations of the composition and the frequency of phyto- and zooplankton as well as neuston were investigated during several permanent stations of R. V. „Meteor“ in the plankton poor region of the subtropical Atlantic Ocean. Similar observations have not



yet been made in a more productive area. Also information about the effect of meteorological conditions and rapid changes in the spatial distribution of physical parameters on plankton is missing. The detailed hydrographic investigations during the Norwegian Sea cruise offer a good opportunity for this type of biological work.

The variability of the plankton will be studied in the test area west of Ålesund. Therefore the ship will stay in a narrow bounded area, taking samples during an eight days period. The vertical distribution of zooplankton will be recorded continuously by means of a Longhurst-sampler. At the same time the daily variations in the neuston will be observed with a neuston net. The periodical and unperiodical changes in the phytoplankton will be studied by taking water samples from hydrographic casts.

Finally instruments will be tested which were developed for the cruise to the subtropical Atlantic Ocean during October–December 1969.

### Marine Geophysics

Recent aeromagnetic investigations in the area between Iceland, Jan Mayen, and Norway indicate that the crust in the Norwegian Sea region is partly of continental and of oceanic character. As a result a detailed planning of the geophysical survey was possible.

Since magnetic anomalies are linear in the Norwegian Sea (Avery, Burton and Heirtzler, 1968), the sea-floor spreading model used for the Reykjanes Ridge and its surroundings might also be practicable for this area. Further details in this field shall be gathered by seismic refraction work, by continuous profiles using the method of seismic reflection with a pneumatic sound source (air-gun), and by gravimetric, magnetic and geothermic methods.

Three profiles at approximately 67°N shall investigate the deeper crustal structure. One of these sections will be situated at approximately 2°W in the deepest part of the Norwegian Basin, the other at the plateau west of Helgeland sill. The third section is located near the eastern side of the basin in the area with great magnetic anomalies. Submerged buoys carrying seismic receivers will be used for the seismic refraction method.

A continuous profile from the Norwegian shelf-edge north of Ålesund to the eastern part of the Iceland-Jan Mayen Ridge will be investigated by reflection-profiling using a pneumatic sound source. This profile will perhaps throw some light on the sea-floor-spreading problem and will furthermore enable the marine geologists to choose special cores along this line at a later date. By special air-gun profiles combined with gravimetric and magnetic measurements the intersection between oceanic and continental crust near the plateau west of Helgeland sill will be studied. It is expected that geothermic methods will give additional informations regarding the question of sea-floor-spreading. A special geothermic programme to discover anomalies of heat flow in the

region between the plateau west of Helgeland sill and the deep-sea will be conducted.

A great many unsolved problems make the knowledge about the caledonides in Norway and Scotland rather questionable. There is hope that the results of the programme will help to solve some of them.

The outlined geophysical research programme will be carried out in cooperation with Norwegian colleagues and institutions, especially the Seismological Observatory of the University of Bergen.

### Marine Geology

Investigations of the sedimentological and biostratigraphical structure of young oceanic sediments are planned on a profile running from the Norwegian shelf westward to the Norwegian Basin. The positions for sampling will be chosen according to the results of the preceding geophysical survey (mainly air-gun profiling). The western boundary of the basin shall be included in the programme. In addition to this, several sediment cores shall be taken both in the area of the Norwegian weather-ship „M“ and to the southwest of this position.

The geological programme includes the following investigations: Study of the facies in the sediments from the Norwegian shelf region to the basin; seizing on the sediment transport by ice-drift and turbidity currents; search for pre-Pleistocene depositions in the area of the Norwegian continental slope; and biostratigraphical treatment of the sediments by means of biotope changes caused by fluctuations of climate during the Quarternary. Such a treatment is urgently required for comparison of the stratigraphical work done on sediments of the Atlantic Ocean at lower latitudes and will require some plankton hauls.

Density and velocity measurements in sediment cores will be carried out in cooperation with the geophysicists. Magnetic measurements on these cores will be done onshore. It is hoped to find reversals in the magnetic field and to obtain important stratigraphical marks, because of such findings in a recent sediment core from the Palaeocene.

Absolute determinations of age, as well as bottom mechanical and rheological investigations, are planned on the core material. A parallel microbiological programme will provide figures on the bacteria of the sulphur- and nitrogen cycle and will give insight into their role in changes of the organic components in the sediments.

### Topography

The survey echo sounders and modern navigational equipment on board the R. V. „Meteor“ and R. V. „Planet“ provide a convenient means to carry out detailed topographic surveys in the area of investigation. Because of the lack of small scale topographic charts, especially in the region of the continental slope, a narrow grid of soundings is planned

in the test area. The resulting charts should have a scale of at least 1 : 100 000.

In addition to the above, the small bottom features of the continental slope and the deep-sea off Norway will be studied with regard to the influence of the Pleistocene glaciation.

#### Other Points

Besides the actual programme investigations of the directional regulation of R. V. „Meteor“ are planned. A new digital recording equipment for sea-gravimeters will be tested.

Coordinator: Prof. Dr. G. Dietrich  
Office: Institut für Meereskunde  
Niemannsweg 11  
23 KIEL / FRG  
Telephone: (04 31) 5 97 27 80

#### BETEILIGTE INSTITUTE PARTICIPATING INSTITUTES

(Stand am 30. Mai 1969)

1. Institut für Meereskunde an der Universität Kiel  
23 Kiel, Niemannsweg 11
2. Institut für Angewandte Physik der Universität Kiel  
23 Kiel, Olshausenstraße 40-60
3. Bundesanstalt für Bodenforschung  
3 Hannover-Buchholz, Alfred-Bentz-Haus, Postfach 54
4. Biologische Anstalt Helgoland  
2 Hamburg 50, Palmaille 9
5. Ozeanographische Forschungsanstalt der Bundeswehr  
23 Kiel, Lornsenstraße 7
6. Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft  
der Universität Hamburg  
2 Hamburg 50, Olbersweg 24
7. Institut für Regelungstechnik der Technischen Universität Darmstadt  
61 Darmstadt, Schloßgraben 1
8. Geofysisk Institutt  
AVD. A  
Universitetet i Bergen  
Bergen, Norwegen
9. Institut for Fysisk Oceanografi  
Universitet København  
Sølvgade 83  
København, Dänemark
10. Hafrannsóknastofnunin  
Skúlgata 4  
Reykjavik, Island
11. Geologisk Institutt  
Universitetet i Bergen  
Bergen, Norwegen
12. Seismologisk Observatorium  
Universitetet i Bergen  
Villavei 9  
Bergen, Norwegen
13. Institutt for Geofysikk  
Universitetet i Oslo  
Postboks 1022, Blindern  
Oslo 3, Norwegen
14. Deutsches Hydrographisches Institut  
2 Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Straße 78
15. Seewetteramt des Deutschen Wetterdienstes  
2 Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Straße 76

BETEILIGTE FORSCHUNGSSCHIFFE  
PARTICIPATING RESEARCH VESSELS

Schiff	Zeitraum 1969	Aufgabe	Fahrtleiter Kapitän	In- stitut
„Hafthor“ (Island)	3. 7.–25. 7.	Physikalische u. Chemische Ozeanographie	Dr. S. A. Malmberg N. N.	10
„Planet“ (BRD)	15. 7.–30. 7.	Physikalische Ozeanographie	Prof. Dr. W. Krauß Kpt. W. Wruck	1
	4. 8.–21. 8.	Seegeophysik	Prof. Dr. H. Closs Kpt. W. Wruck	3
	23. 8.– 5. 9.	Physikalische Ozeanographie	Prof. Dr. W. Krauß Kpt. W. Wruck	1
„Helland-Hansen“ (Norwegen)	27. 7.– 3. 9.	Physikalische Ozeanographie	cand. real. R. Leinebo Kpt. M. Hauge	8
„Anton Dohrn“ (BRD)	4. 8.–16. 8.	Biologische u. Chemische Ozeanographie	Dr. J. Kinzer Kpt. E. Vogel	6
„Meteor“ (BRD)	25. 8.–19. 9.	Physikalische Ozeanographie	Prof. Dr. G. Dietrich Kpt. E.-W. Lemke	1
	20. 9.–30. 9.	Meeresgeologie und Seegeophysik	Prof. Dr. W. Schott Kpt. E.-W. Lemke	3

TEILNEHMENDE WISSENSCHAFTLER UND TECHNIKER  
PARTICIPATING SCIENTISTS AND TECHNICIANS

(Stand am 30. Mai 1969)

Name	Fachgebiet	Institut
1. Baldschuh, R., techn. Ang.	Meeresgeologie	3
2. Beling, D. techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	5
3. Behrend, W., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	1
4. Beiersdorf, H., Dr.	Meeresgeologie	3
5. Bendorf, K., techn. Ang.	Meeresgeologie	3
6. Bitterberg, H.,	Seegeophysik	3
7. v. Bodungen, B., cand. rer. nat.	Meeresbiologie	1
8. Bresching, G., techn. Ang.	Meeresbiologie	6
9. Brockmann, C., cand. rer. nat.	Phys. Ozeanographie	1
10. Carlsen, D., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	1
11. Closs, H., Prof. Dr.	Seegeophysik	3
12. Dietrich, G., Prof. Dr.	Phys. Ozeanographie	1
13. Diehl, P., cand. rer. nat.	Physik	2

14. Diekmann, P., Dr.	Physik	2
15. Dohrn, G., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	1
16. Ebel, H., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	1
17. Eichhorn, U., techn. Ang.	Seegeophysik	3
18. Eisele, A., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	1
19. Enderle, U., cand. rer. nat.	Phys. Ozeanographie	1
20. Ehrhardt, M., Dr.	Chem. Ozeanographie	1
21. Fedders, B., Dipl. Phys.	Physik	2
22. Fesser, H., Dr.	Meeresgeologie	3
23. Fromm, K., Dipl. Geophys.	Seegeophysik	3
24. Geyh, M., Dr.	Seegeophysik	3
25. Glismann, B., Ing.	Seegeophysik	14
26. Grasnich, P., techn. Ang.	Seegeophysik	14
27. Graßhoff, G., Ing.	Phys. Ozeanographie	1
28. Grave, P., cand. rer. nat.	Meeresbiologie	6
29. Günther, K., techn. Ang.	Schiffstechnik	7
30. Halldorsson, B., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	10
31. Hart, K. H., cand. rer. nat.	Physik	2
32. Hatje, G., cand. rer. nat.	Phys. Ozeanographie	1
33. Heinemann, J., techn. Ang.	Chem. Ozeanographie	1
34. Hinkelmann, H., Prof. Dr.	Physik	2
35. Hinz, K., Dr.	Seegeophysik	3
36. Hollan, E., Dr.	Phys. Ozeanographie	1
37. Horn, W., cand. rer. nat.	Phys. Ozeanographie	1
38. Huenninghaus, U., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	1
39. Hussels, W., cand. rer. nat.	Phys. Ozeanographie	1
40. Ihme, H. H., Dipl. Phys.	Physik	2
41. Illing, G., cand. rer. nat.	Meeresbiologie	6
42. Johannsen, H., techn. Ang.	Chem. Ozeanographie	1
43. Junghans, U., techn. Ang.	Meeresbiologie	1
44. Kihle, S.	Meeresbiologie	3
45. Kinzer, J., Dr.	Meeresbiologie	6
46. Keunecke, K. H., Dr.	Phys. Ozeanographie	5
47. Koslowski, B., techn. Ang.	Seegeophysik	3
48. Koss, G., techn. Ang.	Seegeophysik	3
49. Krause, M., techn. Ang.	Meeresbiologie	6
50. Krause, G., Dr.	Phys. Ozeanographie	1
51. Krauß, W., Prof. Dr.	Phys. Ozeanographie	1
52. Kroebel, W., Prof. Dr.	Physik	2
53. Krumbein, W., Dr.	Meeresbiologie	4
54. Kullenberg, G., Dr.	Phys. Ozeanographie	9
55. Langner, G., techn. Ang.	Seegeophysik	3
56. Leinebo, R., cand. real.	Phys. Ozeanographie	8
57. Lentz, U., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	1
58. Lyosson, S., techn. Ang.	Chem. Ozeanographie	10
59. Magnusson, G., techn. Ang.	Chem. Ozeanographie	10
60. Maissey, G.	Meeresgeologie	11
61. Malmberg, S. A., Dr.	Phys. Ozeanographie	10
62. Mayer, H. J., Dipl. Ing.	Phys. Ozeanographie	



63. Meincke, J., Dipl. Ozeanogr.	Phys. Ozeanographie	1
64. Müller, T., cand. rer. nat.	Phys. Ozeanographie	1
65. Neumayer, J., techn. Ang.	Seegeophysik	3
66. Nygård, K., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	9
67. Olafsson, J.	Chem. Ozeanographie	10
68. Ostermann, B., techn. Ang.	Meeresgeologie	3
69. Plaumann, S., Dr.	Seegeophysik	3
70. Puskeppeleit, K., techn. Ang.	Seegeophysik	3
71. v. Reibnitz, G., Ing.	Phys. Ozeanographie	
72. Richter, J., Dipl. Geophys.	Seegeophysik	3
73. Richter, U., cand. rer. nat.	Physik	2
74. Schott, W., Prof. Dr.	Meeresgeologie	3
75. Schott, F., Dr.	Phys. Ozeanographie	1
76. Schott, R., cand. rer. nat.	Meeresbiologie	1
77. Schröder, K. H., techn. Ang.	Physik	2
78. Sharma, A., M. Sc.	Meeresbiologie	1
79. Siedler, G., Prof. Dr.	Phys. Ozeanographie	1
80. v. Stackelberg, U., Dr.	Meeresgeologie	3
81. Stahl, W., Dr.	Seegeophysik	3
82. Steinmann, D., techn. Ang.	Seegeophysik	3
83. Thöm, H., Dipl. Ing.	Schiffstechnik	7
84. Tomczak, M., Dr.	Phys. Ozeanographie	1
85. Trekel, H., techn. Ang.	Meeresbiologie	4
86. Uhlig, K., Dipl. Phys.	Physik	2
87. Ulrich, J., Dr.	Phys. Ozeanographie	1
88. Wegner, G., cand. rer. nat.	Phys. Ozeanographie	1
89. Wenk, A., techn. Ang.	Chem. Ozeanographie	1
90. Westphal, H. P., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	5
91. Wörner, K., cand. rer. nat.	Meeresbiologie	6
92. Zenk, W., Dr.	Phys. Ozeanographie	1
93. Zobel, B., Dr.	Meeresgeologie	3
94. Zoth, G., Berg. Ing.	Seegeophysik	3

(Stand vom 27. Juni 1989)

95. Bumann, E., techn. Ang.	Phys. Ozeanographie	1
96. Haugland, N.	Phys. Ozeanographie	8
97. Kielmann, J., Dipl.-Math.	Phys. Ozeanographie	1
98. Ostwald, J., Verm.-Ing.	Seegeophysik	3
99. Øvrebo, O.	Phys. Ozeanographie	8
100. Revheim, A.	Phys. Ozeanographie	8
101. Saelen, O. H., Prof. Dr.	Phys. Ozeanographie	13
102. Svendsen, F. C.	Phys. Ozeanographie	8
103. Thierbach, R., Dipl.-Ing.	Seegeophysik	3
104. Thomsen, H.	Phys. Ozeanographie	13
105. Veith, K. H.	Phys. Ozeanographie	

# STAMMBESATZUNG F. S. „METEOR“ CREW R. V. „METEOR“

Name	Funktion
Lemke	Kapitän
Meyer	1. Offizier
Kettler	2. Offizier
Brünnings	3. Offizier
Königer	1. Funker
Poguntke	2. Funker
Becker	Bootsmann
Wiegand	Zimmermann
Bollenhagen	Matrose
Penselin	Matrose
Victoria	Matrose
Heinsohn	Matrose
Malek	Matrose
Morgenstern	Matrose
Rettinger	Matrose
Jenß	Matrose
Schuster, H.	Matrose
Habeck	Matrose
Fröhlich	Matrose
Ranalter	Matrose
Ammermann	Leit. Ingenieur
Hamann	2. Ingenieur
Hinrichsen	3. Ingenieur
Schirmacher	4. Ingenieur
Biel	1. Elektriker
Lorenz	Elek. Assistent
Fellner	Storekeeper
Arp	Ing. Assistent
Görtemaker	Ing. Assistent
Kühl	Ing. Assistent
Vogt	Ing. Assistent
Wriedt	Ing. Assistent
Kaschwich	Motorenwärter
Fiedler	Motorenwärter
Stöterau	Deckschlosser
Tramp	Feinmechaniker
Pakulat	Verm. Techniker
Zimmermann	Verm. Techniker
Eick	Elektro.-Ing. f. wiss. Bordgeräte
Wilke	Techn. Angest.
Schuster	Techn. Angest.
Tebbens	1. Koch
Böttcher	2. Koch
Gotthardt	Koch

Ehlert	Kochsmaat
Schneider	1. Steward
Kalix	Steward
Jankowski	Steward
Holtappels	Steward
Gröhn	Steward
Pak Wan Man	Steward
Wong Po Sum	Wäscher
Dr. Schulten	Schiffsarzt
Dr. Wurlitzer	Bordmeteorologe
Fugmann	Funkwettertechniker

PERSONALPLAN  
STAFF SCHEDULE

(Stand vom 27. Juni 1969)

„PLANET“

1. Abschnitt:	15. 7. — 30. 7. 1969 Kiel — Kiel, 16 Tage	Inst. Nr.	Anzahl der Teil- nehmer
1. Physikalische Ozeanographie	Krauß, Siedler, Tomczak, F. Schott, Thomsen, Graßhoff, v. Reibnitz, Mayer, Hueninghaus, Eisele, Enderle, Brockmann, Kielmann, Bumann, Veith	1, 8	15
Kiel Ausschiffung:	Krauß, Siedler, Tomczak, F. Schott, Thomsen, Graßhoff, Hueninghaus, Eisele, Enderle, Brockmann, v. Reibnitz, Mayer, Kielmann, Bumann, Veith		
Einschiffung:	Closs, Geyh, Hinz, Zoth, Plaumann, Fromm, Stahl, Richter, N. N. (norw. Wiss.), Bitterberg, Koslowski, Koss, Eichhorn, Steinmann, Langner, Puskeppeleit, Neumeyer		
2. Abschnitt:	4. 8. — 21. 8. 1969 Kiel — Bergen, 18 Tage		
1. Seegeophysik	Closs, Geyh*, Hinz, Zoth, Plaumann, Fromm, Stahl, Richter, N. N. (norw. Wiss.), Bitterberg, Koslowski, Koss, Eichhorn, Steinmann, Langner*, Puskeppeleit*, Neumeyer*, Thierbach, Ostmann	3, 12	19
* eingeschifft auf norwegischem Schießboot			

Bergen

Ausschiffung:	Closs, Geyh, Hinz, Zoth, Plaumann, Fromm, Stahl, Richter, N. N. (norw. Wiss.), Bitterberg, Koslowski, Koss, Eichhorn, Steinmann, Langner, Puskeppeleit, Neumeyer	Inst. Nr.	Anzahl der Teil- nehmer
Einschiffung:	Krauß, Krause, Keunecke, N. N. (norw. Wiss.), Carlsen, Dohrn, Müller, Weg- ner, Beling, Ebel, Hussels, Westphal		

3. Abschnitt: 23. 8. — 5. 9. 1969  
Bergen — Kiel, 14 Tage

1. Physikalische Ozeanographie	Krauß, Krause, N. N. (norw. Wiss.), Keunecke, Beling, Ebel, Westphal, Carlsen, Dohrn, Müller, Wegner, Hussels	1, 5, 8	12
-----------------------------------	--	---------	----

„METEOR“

1. Abschnitt:	25. 8. — 3. 9. 1969 Hamburg — Ålesund, 9 Tage		
1. Physikalische Ozeanographie	Dietrich, F. Schott, Meincke, Zenk, N. N. (norw. Wiss.), Kullenberg, Nygård, G. Graßhoff, Behrend, Lentz, Horn, R. Schott, Eisele	1, 8, 9	13
2. Schiffstechnik	Thöm, Günther	7	2
			15
Ålesund Ausschiffung:	Meincke, Behrend, Thöm, Günther, F. Schott		
Einschiffung:	Kroebel, Hinkelmann, Diekmann, Fedders, Ihme, Uhlig, Siedler, Hollan, Schröder, Hart, Richter, Diehl		
2. Abschnitt:	3. 9. — 19. 9. 1969 Ålesund — Ålesund, 17 Tage		
1. Physikalische Ozeanographie	Dietrich, Siedler, Hollan, Zenk, Kullen- berg, N. N. (norw. Wiss.), G. Graßhoff, Nygård, Lentz, R. Schott, Horn, Eisele	1, 8, 9	12
2. Physik	Kroebel, Hinkelmann, Diekmann, Fedders, Ihme, Uhlig, Schröder, Hart, Richter, Diehl	2	10
			22

# Ålesund

Ausschiffung: Dietrich, Kroebe, Hinkelmann, Diekmann, Fedders, Ihme, Uhlig, Siedler, Hollan, Nygård, N.N. (norw. Wiss.), Schröder, Hart, Richter, Diehl, Kullenberg, Horn, Zenk, G. Graßhoff, Lentz, Eisele

Einschiffung: W. Schott, v. Stackelberg, Beiersdorf, Fesser, Zobel, Kihle, Maisy, Hinz, Ulrich, Krumbein, Bendorf, Baldschuhn, Ostermann, Koslowski, Steinmann, Thöm, Günther, Trekel, Glismann, Grasnich

3. Abschnitt: 20. 9. – 30. 9. 1969

Ålesund – Hamburg, 11 Tage

1. Meeresgeologie	W. Schott, v. Stackelberg, Beiersdorf, Fesser, Krumbein, Zobel, Kihle, Maisy, Bendorf, Baldschuhn, Ostermann, Trekel	3, 4, 11	12
2. Geophysik	Hinz, Koslowski, Steinmann, Glismann, Grasnich	1, 3, 14	5
3. Physikalische Ozeanographie	Ulrich, R. Schott	1	2
4. Schiffstechnik	Thöm, Günther	7	2
			<hr/> 21

## „ANTON DOHRN“

Zeitraum: 4. 8. – 17. 8. 1969

Bremerhaven – Bergen, 14 Tage

1. Biologische Ozeanographie	Kinzer, Bresching, Krause, Junghaus, N.N. (TA), Illing, Grave, Wörner, Sharma, v. Bodungen	1, 6	10
2. Chemische Ozeanographie	Ehrhardt, Johannsen, Wendt, Heinemann	1	4
			<hr/> 14

## „HELLAND – HANSEN“

Zeitraum: 27. 7. – 3. 9. 1969

Bergen, Ålesund, Bergen, 39 Tage

1. Physikalische Ozeanographie	Leinebø, Saelen, Haugland, Revheim, Svendsen, Øvrebø	8, 13	6
--------------------------------	--	-------	---

## „HAFTHOR“

Zeitraum: 3. 7. – 25. 7. 1969

Reykjavik – Reykjavik, 22 Tage

1. Physikalische Ozeanographie	Malmberg, Halldorsson	10	2
2. Chemische Ozeanographie	Olafsson, Magnusson, Lyosson	10	3
			<hr/> 5

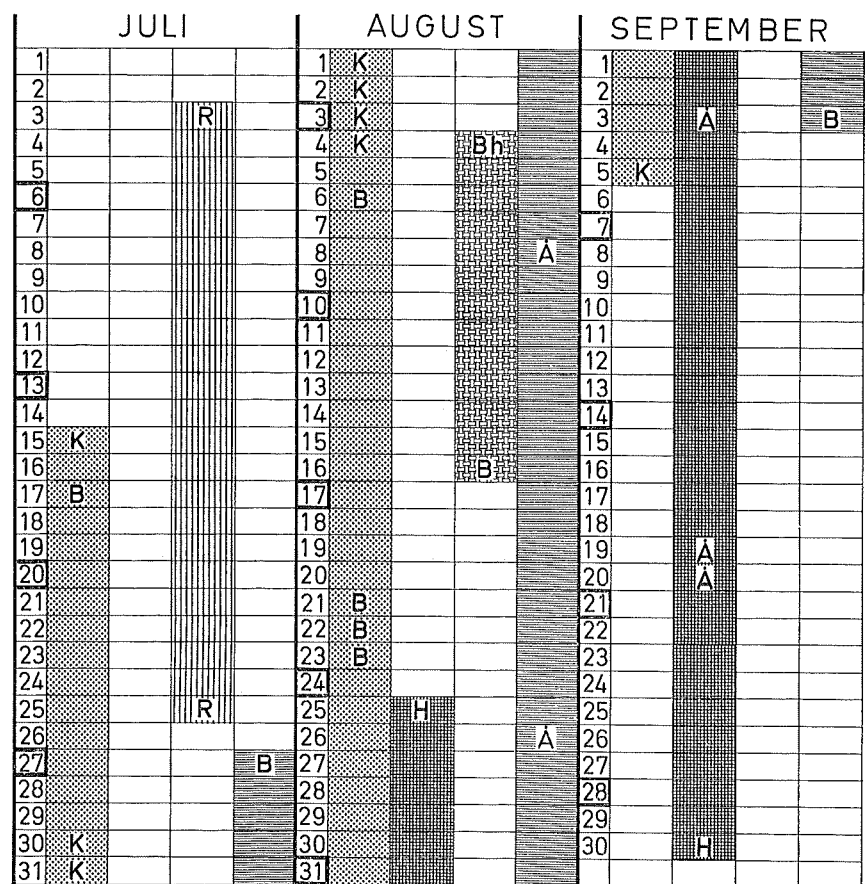
## ZEITPLÄNE DER BETEILIGTEN SCHIFFE SCHEDULES OF THE PARTICIPATING VESSELS

(Stand am 30. Mai 1969)

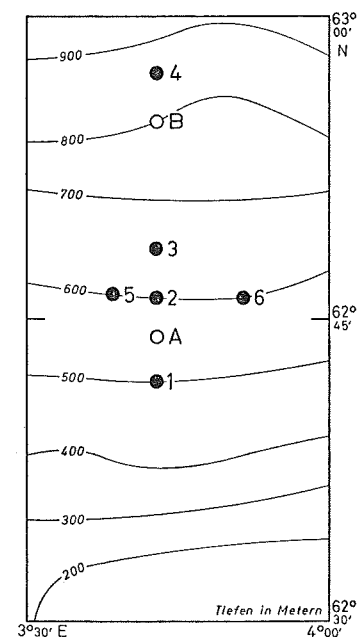
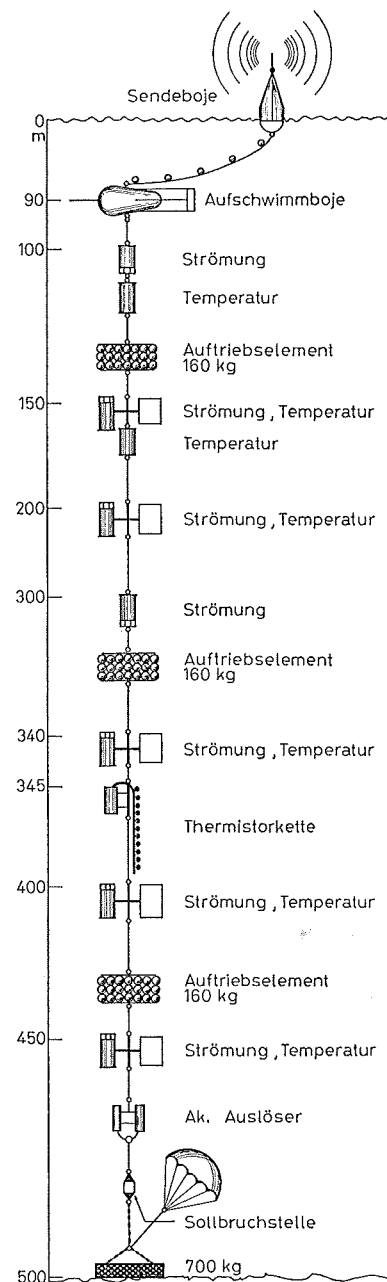
Die detaillierten Zeitpläne sind auf der folgenden Seite als graphische Tabelle wiedergegeben.

The detailed schedules are tabulated graphically on the next page.

# NORWEGISCHE SEE 1969



**K** = Kiel  
**B** = Bergen  
**H** = Hamburg  
**Bh** = Bremerhaven  
**A** = Ålesund  
**R** = Reykjavik













● Verankertes System  
 ○ Navigationsboje

Schema eines Verankerungssystems sowie Anordnung der Systeme innerhalb des Testfeldes (s. Plan)

Schematic diagram of a moored instrument array and positions of arrays within the test area

PLAN „NORWEGISCHE SEE 1969“

	Refraktionsseismisches Profil Refractive seismic profile	
	Kurs mit Flachseismik (Pneuflex), Gravimetrie, Magnetik Air gun-, gravimeter-, magnetometer-profiling	„Planet“
	Kurs mit Gravimetrie, Magnetik Gravimeter-, magnetometer-profiling	
	Geothermik Geothermal investigations	
	Kurs mit geologischen Stationen Sediment coring profile	
	Gebiet detaillierter geologischer und geophysikalischer (Pneuflex) Untersuchungen Area of detailed geological and geophysical (air gun) investigations	„Meteor“
	Testfeld mit verankerten Gerätesystemen. Untersuchung der physikalischen, chemischen und biologischen Veränderlichkeit Test area with moored instrument systems. Investigations of the physical, chemical and biological variability	„Helland-Hansen“ „Planet“ „Anton Dohrn“ „Meteor“
	Paralleluntersuchungen zur physikalischen und chemischen Veränderlichkeit Parallel investigations of the physical and chemical variability	„Hafthor“
	Hochseepegel High-sea gauge	
	Küstenpegel Coastal gauge	
+ M	Wetterschiff „M“ Ocean weather station „M“	

